

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002276364 A

(43) Date of publication of application: 25.09.02

(51) Int. Cl.

F01P 7/14

B60K 6/02

B60K 11/04

F01P 3/12

(21) Application number: 2001072609

(71) Applicant: **DENSO CORP**

(22) Date of filing: 14.03.01

(72) Inventor: OTA MASATAKA  
TAKAHASHI EIZO

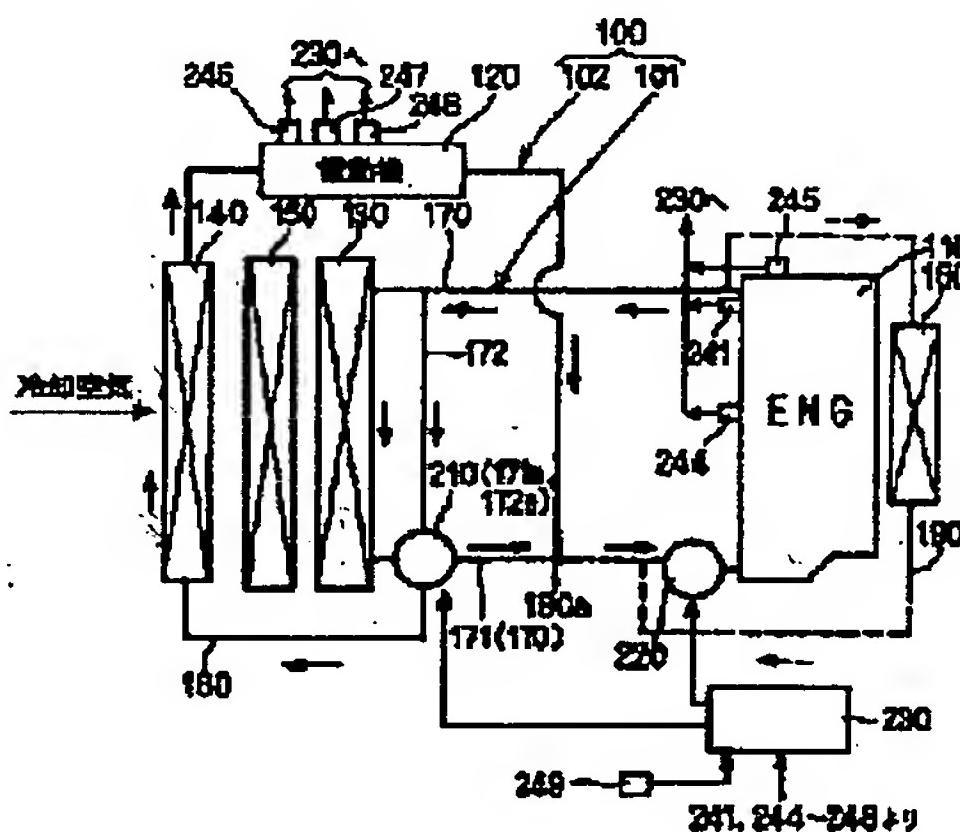
## (54) COOLING SYSTEM FOR HYBRID ELECTRIC VEHICLE

engine 110 and the electric motor 120.

**(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a cooling system for hybrid electric vehicle capable of being simply constituted at a low cost by integrating an internal combustion engine to the cooling system of an electric motor.

**SOLUTION:** An electric motor cooling water passage 180 branched and combined so as to be parallel to the downstream water passage 171 of a main radiator 130 is provided in an engine cooling water passage 180, and a sub- radiator 140 and the electric motor 120 are arranged in the passage 180 successively to the cooling water flowing direction. A flow regulating valve 210 for regulating the flow distribution of the cooling water passing through the downstream water passage 171 and the passage 180 and the electric pump 220 for circulating the cooling water to the engine cooling water passage 170 are provided in the branch part 171a of the downstream water passage 171, and the opening of the flow regulating valve 210 and the discharge flow rate from the electric pump 220 are controlled by a control means 230 according to the load state of an





## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関(110)および電動機(120)を動力装置として備えるハイブリッド電気自動車であって、

前記内燃機関(110)を流通する冷却水を冷却する第1ラジエータ(130)と、

前記電動機(120)を流通する冷却水を冷却する第2ラジエータ(140)とを有するハイブリッド電気自動車の冷却装置において、

前記内燃機関(110)および前記第1ラジエータ(130)の間を冷却水が循環する内燃機関冷却水路(170)と、

前記第1ラジエータ(130)の下流側となる下流側水路(171)に対して並列となるように分岐、合流すると共に、前記第2ラジエータ(140)および前記電動機(120)が配設される電動機冷却水路(180)と、

前記下流側水路(171)の分岐部(171a)に設けられると共に、前記下流側水路(171)および前記電動機冷却水路(180)を流通する冷却水の流量配分を調整する流量調整弁(210)と、

前記内燃機関冷却水路(170)に冷却水を循環させる電動ポンプ(220)と、

前記流量調整弁(210)および前記電動ポンプ(220)の作動を制御する制御手段(230)とを有し、

前記制御手段(230)は、前記内燃機関(110)および前記電動機(120)の負荷状態に応じて、前記流量調整弁(210)の弁開度および前記電動ポンプ(220)の吐出流量を制御するようにしたことを特徴とするハイブリッド電気自動車の冷却装置。

【請求項2】 前記第2ラジエータ(140)および前記電動機(120)は、前記電動機冷却水路(180)の冷却水流れ方向に対して前記第2ラジエータ(140)、前記電動機(120)の順に配設されたることを特徴とする請求項1に記載のハイブリッド電気自動車の冷却装置。

【請求項3】 前記第2ラジエータ(140)は、前記第1ラジエータ(130)の放熱の影響を受けない位置に配設されたることを特徴とする請求項1または請求項2のいずれかに記載のハイブリッド電気自動車の冷却装置。

【請求項4】 前記内燃機関冷却水路(170)は、前記第1ラジエータ(130)をバイパスするバイパス水路(172)を有し、

前記バイパス水路(172)の下流側を前記流量調整弁(210)に接続し、

前記流量調整弁(210)は、前記下流側水路(171)、前記電動機冷却水路(180)に加えて、前記第1ラジエータ(130)および前記バイパス水路(172)を流通する冷却水の流量配分も調整するようにした

10

20

30

40

50

ことを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のハイブリッド電気自動車の冷却装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ハイブリッド電気自動車の冷却装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来のハイブリッド電気自動車の冷却装置としては、特開平10-252464号公報に示されるように、動力装置としての内燃機関および電動機を冷却する冷却装置をそれぞれ独立して設け、各々の冷却装置が冷却能力を超えるような場合に、もう一方の冷却装置も追加使用するようにしたもののが知られている。

【0003】 具体的には、図5に示すように、エンジン冷却水路170、メインラジエータ130、第1ポンプ220aを有する内燃機関冷却装置101と、電動機冷却水路180、サブラジエータ140、第2ポンプ220bを有する電動機冷却装置102とをそれぞれ設け、更にエンジン冷却水路170と電動機冷却水路180とを連通させる連絡水路173と各水路170、173を開閉する水流制御弁211とをそれぞれ複数設けるようしている。また、水温センサ241、242やアクセルセンサ243の検出信号に基づいて、複数の水流制御弁211を開閉制御する水温制御ECU230aが設けられている。

【0004】 そして、通常、内燃機関110および電動機120は、それぞれの冷却装置101、102によって冷却されるが、内燃機関110あるいは電動機120を冷却するのに必要とされる冷却能力が各々の冷却装置101あるいは102の冷却能力を超えるような場合に、水温制御ECU230aにより複数の水流制御弁211が開閉制御され、連絡水路173によってもう一方の冷却装置102あるいは101も追加使用するようしている。

【0005】 これにより、冷却能力の増強ができ、稀に発生する高発熱時に備えて、各冷却装置101、102の冷却能力を上げておく必要が無くなり、実質的に内燃機関110、電動機120の各々の冷却装置101、102に必要とされる冷却能力の低減をはかり、その結果各々の冷却装置101、102のコスト、重量低減を図ることができるようしている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、通常は内燃機関110と電動機120をそれぞれ冷却するために各々の冷却水路170、180やポンプ220a、220bを備えるようにしております、また高発熱時に備えて複数の連絡水路173や水流制御弁211を設けているので、全体構成が複雑で、高価なものとなっている。

【0007】 本発明の目的は、上記問題に鑑み、内燃機関と電動機の冷却装置の統合化により、簡素で安価にで

きるハイブリッド電気自動車の冷却装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は上記目的を達成するために、以下の技術的手段を採用する。

【0009】請求項1に記載の発明では、内燃機関(110)および電動機(120)を動力装置として備えるハイブリッド電気自動車に適用するものであり、内燃機関(110)を流通する冷却水を冷却する第1ラジエータ(130)と、電動機(120)を流通する冷却水を冷却する第2ラジエータ(140)とを有するハイブリッド電気自動車の冷却装置において、内燃機関(110)および第1ラジエータ(130)の間を冷却水が循環する内燃機関冷却水路(170)と、第1ラジエータ(130)の下流側となる下流側水路(171)に対して並列となるように分岐、合流する電動機冷却水路(180)とを設け、その電動機冷却水路(180)に第2ラジエータ(140)および電動機(120)を配設する。そして、下流側水路(171)の分岐部(171a)に、この下流側水路(171)および電動機冷却水路(180)を流通する冷却水の流量配分を調整する流量調整弁(210)と、内燃機関冷却水路(170)に冷却水を循環させる電動ポンプ(220)と、流量調整弁(210)および電動ポンプ(220)の作動を制御する制御手段(230)とを設け、この制御手段(230)によって、内燃機関(110)および電動機(120)の負荷状態に応じて、流量調整弁(210)の弁開度および電動ポンプ(220)の吐出流量が制御されるようにしたことを特徴としている。

【0010】これにより、内燃機関(110)および電動機(120)の冷却装置として、それぞれ独立して設けなくても、流量調整弁(210)を設けることで内燃機関冷却水路(170)から分岐する電動機冷却水路(180)が形成でき、また、1つの電動ポンプ(220)で両冷却水路(170、180)の冷却水の循環が可能と成り、簡素で安価な冷却装置として対応できる。

【0011】また、流量調整弁(210)により下流側水路(171)と電動機冷却水路(180)への流量配分を調整することや、電動ポンプ(220)により吐出流量を可変することで、各ラジエータ(130、140)に必要とされる冷却水を流通させることができるのと、内燃機関(110)および電動機(120)の負荷状態に応じた冷却が可能となる。

【0012】請求項2に記載の発明では、第2ラジエータ(140)および電動機(120)は、電動機冷却水路(180)の冷却水流れ方向に対して第2ラジエータ(140)、電動機(120)の順に配置されるようにしたことを特徴としている。

【0013】これにより、第1ラジエータ(130)および第2ラジエータ(140)によって順次冷却された

冷却水で電動機(120)を冷却できるので、通常、内燃機関(110)に対して電動機(120)の方が低い温度で制御されるもの（内燃機関が100℃付近に対して電動機は70℃付近）に対して効果的に冷却できる。

【0014】また、請求項3に記載の発明のように、第2ラジエータ(140)は、第1ラジエータ(130)の放熱の影響を受けない位置に配置されるようすれば、冷却空気と冷却水との温度差を大きくし、冷却水の温度降下分を大きくできるので、更に効果的に電動機(120)を冷却できる。

【0015】更に、請求項4に記載の発明では、内燃機関冷却水路(170)には、第1ラジエータ(130)をバイパスするバイパス水路(172)が設けられており、このバイパス水路(172)の下流側を流量調整弁(210)に接続し、流量調整弁(210)は、下流側水路(171)、電動機冷却水路(180)に加えて、第1ラジエータ(130)およびバイパス水路(172)を流通する冷却水の流量配分も調整するようにしたことを特徴としている。

【0016】これにより、通常バイパス水路(172)に設けられるサーモスタットの機能を流量調整弁(210)に統合することができるので、更に安価な冷却装置とすることができる。

【0017】尚、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0018】

【発明の実施の形態】（第1実施形態）本発明の第1実施形態を図1、図2に示す。本発明に係わるハイブリッド電気自動車は、動力装置として、内燃機関（以下、エンジン）110と電動機120を有しており、走行モードに応じてエンジン110と電動機120を使い分けるようしている。

【0019】因みに、電動機120は、バッテリからの直流電力を交流電力に変換するインバータ、交流電力により車両のドライブシャフトを駆動する電動モータ、上記エンジン110の動力を得て交流電力を発生させる発電機、発電された交流電力を直流電力に変換しバッテリに充電するコンバータ等から成るものである。また、インバータおよびコンバータには、発生する大電流を高速で切替え制御する半導体素子を有しており、この半導体素子および上記の電動モータが電動機120の主たる発熱源となっている。

【0020】ハイブリッド電気自動車の冷却装置100は、エンジン110を冷却するエンジン冷却装置101と電動機120を冷却する電動機冷却装置102とから成り、エンジン110の冷却水温を100℃付近、電動機120の冷却水温を70℃付近で制御するようにしている。

【0021】エンジン冷却装置101は、エンジン11

0内を流通する冷却水を冷却する第1ラジエータとしてのメインラジエータ130を有しており、エンジン110とメインラジエータ130との間で冷却水が循環するエンジン冷却水路170が設けられている。

【0022】また、エンジン冷却水路170には、メインラジエータ130をバイパスするバイパス水路172が設けられており、このバイパス水路172の下流側は後述する流量調整弁210に接続されている。

【0023】一方、電動機冷却装置102は、電動機120を冷却する第2ラジエータとしてのサブラジエータ140を有しており、電動機120と共に上記エンジン冷却水路170の内、メインラジエータ130の下流側となる下流側水路171に対して並列となるように分岐、合流する電動機冷却水路180内に配設されるようしている。ここで、サブラジエータ140には、後述するようにメインラジエータ130あるいはバイパス水路172を経由するエンジン110からの高温(100°C付近)の冷却水が流入されるので、電動機120を冷却するのに必要とされる水温(70°C付近)まで大きく温度降下させる必要があり、基本冷却能力を大きくし、流通する冷却水の流量は少量と成るように設定している。そして、図中矢印で示す冷却水の流れ方向に対して、サブラジエータ140、電動機120の順に配設されるようしている。

【0024】バイパス水路172と下流側水路171との合流部172aおよび、下流側水路171と電動機冷却水路180との分岐部171aには、流量調整弁210が設けられている。流量調整弁210は、図2に示すように、後述する制御手段230によって駆動されるモータ210aと、このモータ210aによって回動されるロータリー式の第1弁210b、第2弁210cが内部に設けられたものであり、以下詳述するようにメインラジエータ130、バイパス水路172、下流側水路171、電動機冷却水路180内を流通する冷却水の流量配分を調整するものとしている。

【0025】第1弁210bは、メインラジエータ130を流通する流量(以下、ラジエータ流量V<sub>r</sub>)とバイパス水路172を流通する流量(以下、バイパス流量V<sub>b</sub>)との割合を可変するものである。メインラジエータ130側が全閉状態から全開状態に回動されると、バイパス水路172側は全開状態から全閉状態となり、ラジエータ流量V<sub>r</sub>が順次増加し、逆にバイパス流量V<sub>b</sub>は順次減少するようしている。

【0026】また、第2弁210cは、下流側水路171を流通する流量(以下、下流側流量V<sub>r1</sub>)と電動機冷却水路180を流通する流量(以下、電動機流量V<sub>e</sub>)との割合を可変するものである。電動機冷却水路180側が全閉状態から全開状態に回動されると、下流側水路171側は全開状態から全閉状態となり、電動機流量V<sub>e</sub>が順次増加し、逆に下流側流量V<sub>r1</sub>は順次減少

するようしている。

【0027】そして、メインラジエータ130の下流側水路171と電動機冷却水路180とが合流する合流部180aの下流側には、エンジン冷却水路170に冷却水を循環させる電動ポンプ220が設けられており、後述する制御手段230により内部のモータおよび羽根車が回転駆動され、冷却水の吐出流量、即ち循環流量を可変するようしている。尚、上記流量調整弁210の第2弁210cが電動機冷却水路180側を開くことにより、電動ポンプ220により電動機冷却水路180にも冷却水が循環されることになる。当然のことながら、モータの回転数に応じて循環流量は増加することになる。

【0028】尚、電動ポンプ220の吐出流量をV<sub>p</sub>とすると、上記の各流量V<sub>r</sub>、V<sub>b</sub>、V<sub>r1</sub>、V<sub>e</sub>との関係は、

$$V_p = V_r + V_b = V_{r1} + V_e$$

となる。

【0029】制御手段としての電子制御装置(以下、ECU)230は、エンジン110および電動機120の負荷状態に応じて、上記流量調整弁210および電動ポンプ220の作動を制御するものである。

【0030】エンジン110の負荷状態としては、ここではエンジン水温、エンジン回転数、エンジン吸気圧から判定するようにしており、これらを検出する水温センサ241、回転数センサ244、圧力センサ245からの検出信号をECU230に入力するようしている。

【0031】また、電動機120の負荷状態としては、ここでは電動モータの回転数、バッテリ電圧、インバータおよびコンバータを制御する半導体素子の電流値から判定するようにしており、これらを検出する回転数センサ246、電圧検出部247、電流検出部248からの検出信号をECU230に入力するようしている。

【0032】加えて、車両の走行速度を検出する車速センサ249からの検出信号もECU230に入力するようしている。当然のことながら、上記の各検出信号値が大きい程エンジン110、電動機120の負荷は高いことになる。

【0033】上記の各種検出信号を受けて、ECU230は、流量調整弁210の弁開度と電動ポンプ220の回転数を可変させるようしている。

【0034】具体的には、流量調整弁210内の第1弁210bは、冬季時等エンジン水温が所定温度より低い場合あるいはエンジン110の負荷が低い場合、バイパス水路172側を全開とし、メインラジエータ130側を全閉にするよう回動される。そして、エンジン水温が所定温度以上となった場合あるいはエンジン110の負荷が高くなるにつれてバイパス水路172側を閉じ、メインラジエータ130側が順次開くよう回動される。

【0035】また、流量調整弁210内の第2弁210c

cは、エンジン110が主体で作動している場合、下流側水路171側を全開とし、電動機冷却水路180側を全閉にするように回動される。そして、電動機120が主体で作動している場合は、電動機冷却水路180側を全開とし、下流側水路171側を全閉とするように回動される。更に、エンジン110および電動機120が併用されて作動する場合は、下流側水路171および電動機冷却水路180の両者を所定の開度で開くように回動される。

【0036】電動ポンプ220については、エンジン110および電動機120の負荷が低い場合、低回転側に制御され、負荷が高くなるにつれて高回転側に制御される。

【0037】尚、メインラジエータ130とサブラジエータ140の配置については、サブラジエータ140側が熱交換により温度上昇した空気の影響を受けないように、冷却空気の流れ方向に対して、サブラジエータ140をメインラジエータ130の上流側にしている。因みに、サブラジエータ140とメインラジエータ130との間には、図示しない冷凍サイクルを構成するコンデンサ150を介在させており、内部を流通する冷媒を冷却するようにしている。

【0038】また、暖房装置を構成するヒータコア160が、上記エンジン冷却水路170、電動機冷却水路180とは別に設けられたヒータコア水路190内に配置されている。ヒータコア160の下流側は、電動ポンプ220の上流側に接続されるようにしており、電動ポンプ220によりヒータコア水路190内の冷却水が循環され、ヒータコア160を通過する空気を加熱するようしている。

【0039】次に、上記構成に基づく作動について説明する。

【0040】ハイブリッド電気自動車は、エンジン110および電動機120のそれぞれの作動効率が最適なポイントを活用して両者の作動を使い分けて、あるいは組合わせて使用するようにしているが、具体的な走行条件に対する作動について以下説明する。

#### 【0041】①エンジン始動時

特に冬期時等エンジン水温が低い場合、エンジン110の暖気を促進するために、エンジン110から流出される冷却水は、流量調整弁210によってバイパス水路172を経由してエンジン110に戻るように循環され、ラジエータ130で冷却されること無く短時間で所定の水温に昇温される。（この間電動機120は停止している）その後、エンジン110は停止される。この場合の電動ポンプ220吐出流量は小さく制御される。（本実施形態では5L/minレベル）

#### ②発進時および軽負荷時

作動トルクを大きく発生できる電動機120の電動モータを主体として作動する（エンジン110は停止する）

モードとなり、エンジン110から流出する冷却水は、メインラジエータ130あるいはバイパス水路172を流通した後、流量調整弁210の第2弁210cにより電動機冷却水路180側に導かれ、更にサブラジエータ140で冷却され、この冷却水によって電動機120は冷却される。その後、冷却水は合流部180aでラジエータ130の下流側水路171に戻り、エンジン110に流入する。この時、電動機120自信の負荷は低いので電動ポンプ220の吐出流量は小さく制御される。

（本実施形態では5L/minレベル）

#### ③通常走行時

低トルクでの走行が可能であり、燃料消費効率が最適となるエンジン110を主体として作動する（電動機120は停止する）モードとなり、エンジン110から流出する冷却水は、メインラジエータ130で冷却され、その後、流量調整弁210の第2弁210cにより下流側水路171を流通し、エンジン110に流入し、エンジン110を冷却する。この時、エンジン110自信の負荷は低いので電動ポンプ220の吐出流量は、中間的な量に制御される。（本実施形態では60L/minレベル）

#### ④全開負荷時

高速走行や登坂走行のような場合は、上記エンジン110主体での作動に対して、電動機120を併用するモードとなり、エンジン110から流出する冷却水は、メインラジエータ130で冷却され、その後、流量調整弁210の第2弁210cにより一部の冷却水は電動機冷却水路180側に導かれ、更にサブラジエータ140で冷却され、この冷却水によって電動機120は冷却される。その後、この冷却水は、下流側水路171を流通する冷却水と合流部180aで合流し、エンジン110に流入する。この時、エンジン110、電動機120自信の負荷は高いので電動ポンプ220の吐出流量は大きく制御される。

【0042】本実施形態では、電動ポンプ220の全吐出流量は65L/minレベルとしており、そのうち、流量調整弁210の第2弁210cでの流量配分は、それぞれ下流側水路171に60L/min、電動機冷却水路180に5L/minとしている。

#### 【0043】⑤減速、制動時

この場合は、逆に車両のドライブシャフト側の駆動力が電動機120に加えられ、電動機120内の発電機が作動する（エンジン110は停止する）モードとなり、上記②のモードと同様の作動をする。

【0044】以上より、本実施形態においては、エンジン110および電動機120の冷却装置として、それぞれ独立して設けなくても、流量調整弁210を設けることでエンジン冷却水路170から分岐する電動機冷却水路180が形成でき、また、1つの電動ポンプ220で両冷却水路170、180の冷却水の循環が可能と成

り、簡素で安価な冷却装置として対応できる。

【0045】また、流量調整弁210により下流側水路171と電動機冷却水路180への流量配分を調整することや、電動ポンプ220により吐出流量を可変することで、各ラジエータ130、140に必要とされる冷却水を流通させることができるので、エンジン110および電動機120の負荷状態に応じた冷却が可能となる。

【0046】特に、発進時、軽負荷時の電動機120主体での走行モードの場合や、全開負荷時のエンジン110および電動機120併用での走行モードの場合では、メインラジエータ130とサプラジエータ140の両者を用いて冷却水を冷却できるので充分な冷却効果を得ることができる。

【0047】また、電動機冷却水路180に上流側からサプラジエータ140、電動機120の順で配置しているので、メインラジエータ130およびサプラジエータ140によって順次冷却された冷却水で電動機120を冷却でき、エンジン110に対して電動機120の方が低い温度で制御されるもの（内燃機関が100°C付近に対して電動機は70°C付近）に対して効果的に冷却できる。

【0048】また、サプラジエータ140を、メインラジエータ130の冷却空気流れの上流側に配置し、メインラジエータ130の放熱の影響を受けないようにしているので、冷却空気と冷却水との温度差を大きくし、冷却水の温度降下分を大きくでき、更に効果的に電動機120を冷却できる。

【0049】図3に従来技術および本実施形態における全開負荷時のエンジン110の出口水温および電動機120の入口水温をシュミレーション検討した結果を示す。ここでは、本実施形態のサプラジエータ140の体格は、従来技術に対して全面面積で約3倍にしており、循環流量は従来技術の8L/minに対して5L/minとしている。また、メインラジエータ130への循環流量は、従来技術の60L/minに対して65L/minとしている。

【0050】電動機入口水温においては、上記のようにサプラジエータ140の冷却能力に対する少流量化によ

る温度降下増加、およびエンジン出口水温においては、メインラジエータ130、サプラジエータ140の両ラジエータでの冷却による水温低減の効果が得られてい

る。

【0051】そして、流量調整弁210には、ラジエータ流量V<sub>r</sub>とバイパス流量V<sub>b</sub>を調整する第1弁210<sub>b</sub>を設けるようにしているので、従来のサーモスタットの機能を流量調整弁210に統合することができ、更に安価な冷却装置とすることができる。

【0052】（その他の実施形態）図4に示すように、流量調整弁210として、第1弁210<sub>b</sub>を廃止し、第2弁210<sub>c</sub>のみを有するものとし、バイパス水路172と下流側水路171との合流部172aには周知のサーモスタット200を設けるようにしても良い。これにより、流量調整弁210の構造を簡略化できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態の全体構成を示す模式図である。

【図2】流量調整弁の構造を示す概略図である。

【図3】従来技術と本実施形態における全開負荷時のエンジン出口水温と電動機入口水温をシュミレーション比較した結果である。

【図4】その他の実施形態の全体構成を示す模式図である。

【図5】従来技術の全体構成を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

110 エンジン（内燃機関）

120 電動機

130 メインラジエータ（第1ラジエータ）

140 サプラジエータ（第2ラジエータ）

170 エンジン冷却水路（内燃機関冷却水路）

171 下流側水路

171a 分岐部

172 バイパス水路

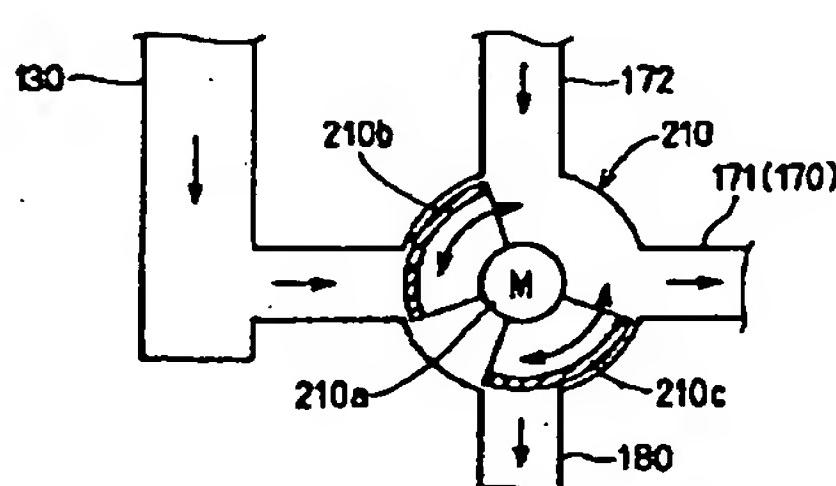
180 電動機冷却水路

210 流量調整弁

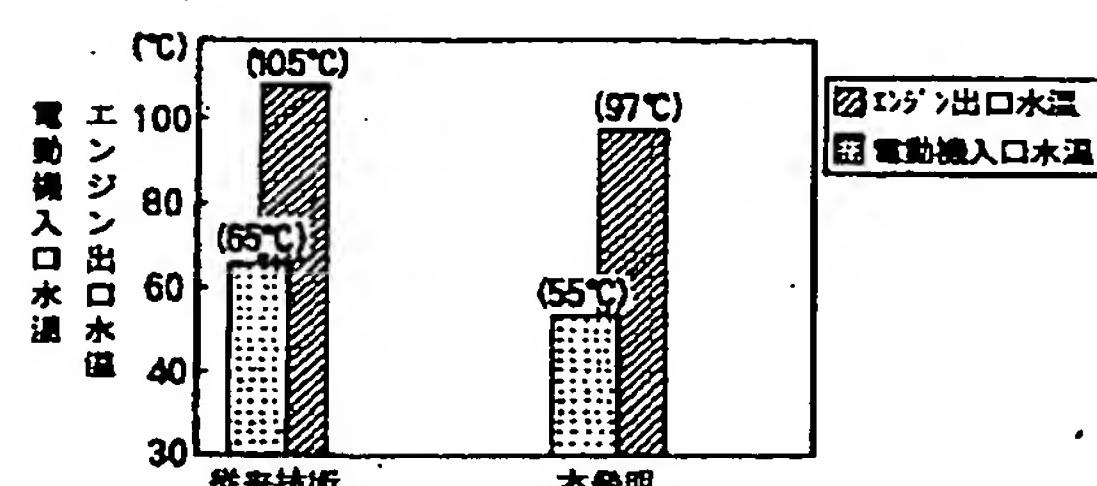
220 電動ポンプ

230 電子制御装置（制御手段）

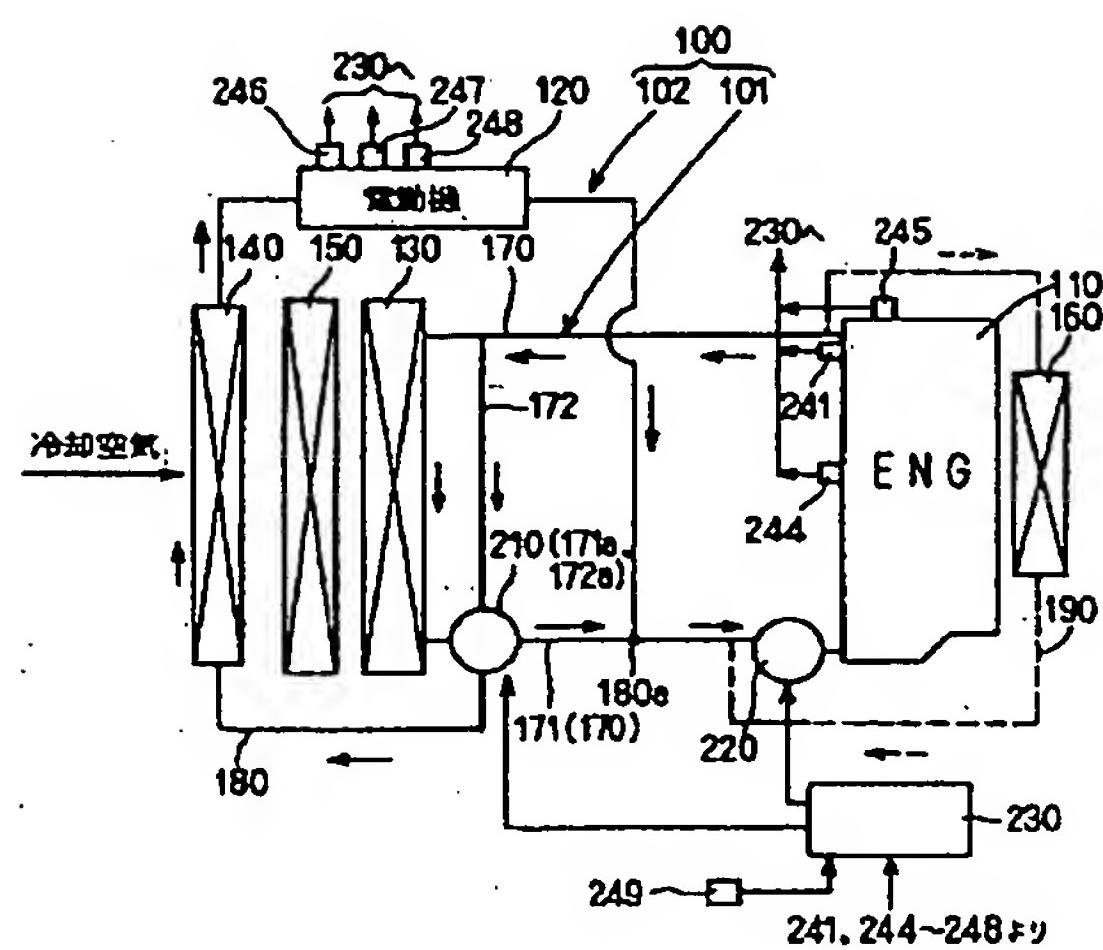
【図2】



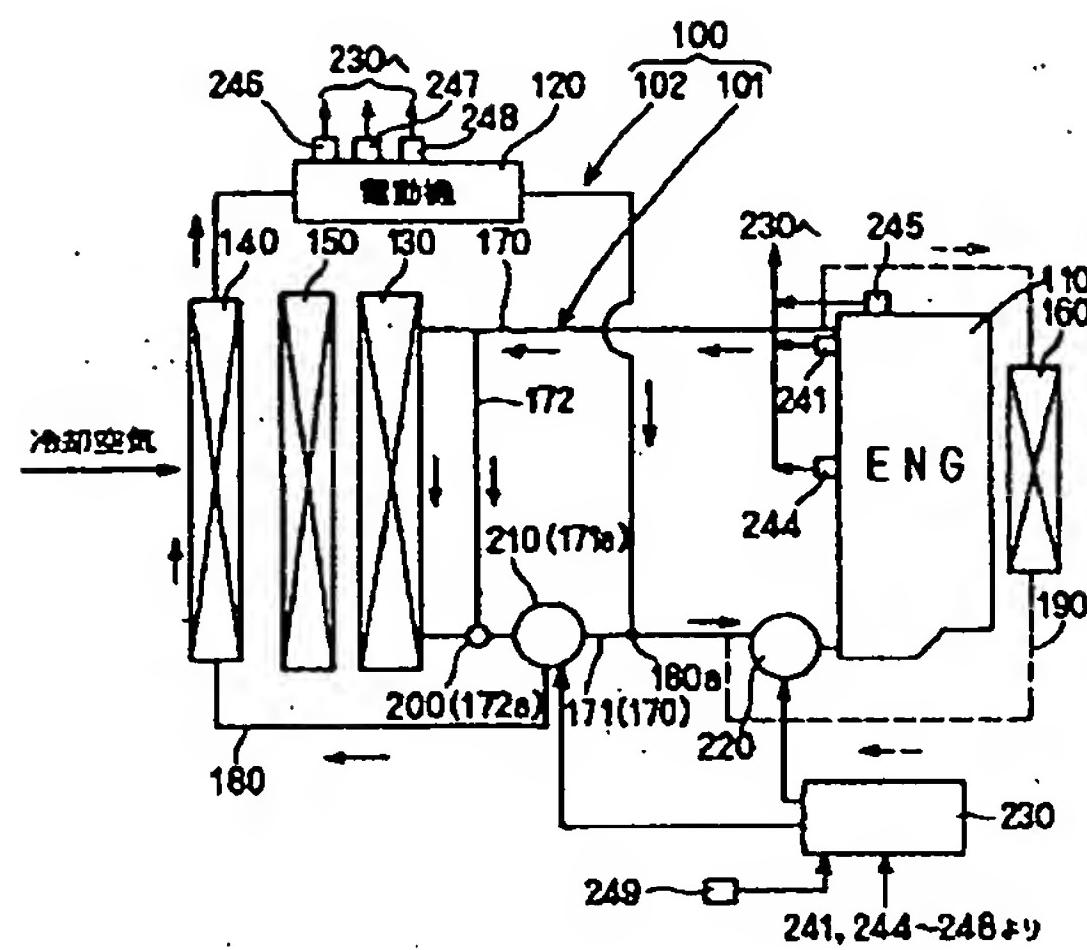
【図3】



【図1】



【図4】



【図5】

